

SZEMLE

Szennyezett területek/talajok mintavételének problémái

A talajmintavétel célja és alapelvei

A helyszíni mintavételtől az analitikai eredmények kiszámításáig számos hibaforrással találkozunk, amelyeket a módszertani kutatások sora próbált tisztázni. Az ez irányú vizsgálatok azt bizonyították, hogy az összes ejtett hiba 80–85 %-át az átlagmintában kereshetjük, azaz a terepi mintavételben. A maradék 15–20 % azon hibákat takarja, amelyek a laboratóriumban fordulnak elő: beleértve az előkészített, homogenizált átlagmintából való bemérést, azaz a második mintavételt és a műszeres analízis hibáit. Természetesen ez az arány, a hibaforrások súlya függ a talajtulajdonságoktól/szennyezőktől és az alkalmazott eljárásoktól is. Mindenesetre a mintavétel hibaforrásaival részletesebben kell foglalkoznunk (JACKSON, 1958; SMITH, 1959; VERMEULEN, 1960; PECK & MELSTED, 1973; HAUSER, 1973; SARKADI et al., 1986; SARKADI, 1986; KÁDÁR, 1998).

A mintavétel célja kettős. Nemcsak számszerű adatokat nyújt a talajtulajdonságok és a terület szennyezettségének jellemzésére, hanem azok változékonyságának (variabilitásának) megítélését is szolgálja. A leegyszerűsített és szakszerűtlenül végrehajtott mintavétel nem felel meg e kettős követelménynek és nem reprezentálja megbízhatóan a területet. Tekintettel a szennyezett talajok sokféleségére nehezen képzelhető el egyetlen mintavételi eljárásról, hogy minden igényt kielégítsen. A vizsgálat céljától, a helyi viszonyoktól, a pénzügyi lehetőségektől függően a mintavétel módja különböző lehet.

A sűrűbb mintavétel és analízis ugyan költségesebb, de módot nyújt a talaj heterogenitásának megismerésére, elkülöníthetők a szennyezettebb foltok és megalapozhatók a differenciáltabb beavatkozások. A talajtisztítás megvalósíthatósága gyakran éppen a differenciált vagy alternatív eljárások függvénye, így a részletesebb mintavétel és az analízis többletkiadásai sokszorosan megtérülhetnek. Mivel a mintavétel az egész további eljárást alapozza meg, precíz tervezést és kivitelezést, valamint pontos dokumentációt igényel. Az általános mintavételi alapelveket az alábbiakban foglalhatjuk össze (CLINE, 1944; HAUSER, 1973; SARKADI, 1975; KÁDÁR, 1986, 1992):

1. A talaj tulajdonságai és a szennyezők mind horizontálisan, mind vertikálisan cm-enként, pontszerűen változhatnak. A talajt mikroheterogenitás jellemzi. Ez más szavakkal azt jelenti, hogy két pontminta vagy lefűrás analízisének eredményei akár 1–2 nagyságrenddel is eltérhetnek. Ebből adódóan egy vizsgálni kívánt terület (parcella, mintavételi egység, gyárudvar stb.) szennyezettségét megismerni általában csak több rész(pont)mintából kevert átlagmintából célszerű. Mivel az átlagmintákat analizáljuk, egy-egy mintavételi egységről legalább két átlagmintát veszünk, hogy a mintavétel hibáját megbecsülhessük és megbízhatóbb ítélethez jussunk.

2. Egy-egy átlagmintát legalább 20–20 pontminta vagy részminta (leszűrés, lefűrés) anyagából kell keverni a reprezentativitás céljából, melyeket a mintavételi területen egyenletesen elosztva, véletlenszerűen ejtünk.

3. Az átlagminta keverése feltételezi, hogy a pontminták azonos térfogatúak és súlyúak, ill. azonos méretűek legyenek; azonos genetikai vagy szennyezettségi szintből származó talajtömeget tartalmaznak. Az egységes fűrók, az előírt és szabványosított mintavevő eszközök alkalmazása ezt a célt hivatott szolgálni.

4. Nem képezhető átlagminta, ill. a pontminták nem egyesíthetők, amennyiben a vizsgálandó talajtulajdonság vagy a szennyezők meghatározását az összekeverés módosíthatja. Így pl. nem keverhetők a meszes és savanyú, az eltérő kötöttségű, láthatóan is eltérő színű, szennyezettségű, minőségű talajok, talajfoltok. Egy-egy átlagmintát csak (a vizsgálat tárgya szerinti) homogén területről szabad venni. Ez a mintavétel egysége, mely genetikailag és szennyezettség alapján is egynemű területet reprezentál, beleértve a talajváltozat és domborzat azonosságát. Feltétel továbbá, hogy a mintavételi területet azonos módon kezelték, művelték, hasznosították (szennyezték) a múltban.

5. A reprezentatívnek tekintett átlagmintából (pl. az 1–2 kg mennyiségből) is csupán néhány vagy néhány tized g-ot mérünk be az analízis során a laboratóriumban. A mintavétel fogalma ezért kettős. Beszélhetünk egy terepi külső és egy laboratóriumi belső mintavételről. Mivel a talajt/szennyezést mikroheterogenitás jellemzi, a rosszul előkészített és nem kellően homogenizált minta bemérésekor szintén akár nagyságrendi hiba adódhat és nem érvényesül a reprezentativitás. Más szóval a két bemérés ill. analízis eredményei drasztikusan eltérhetnek ugyanazon mintaanyagból is. Minél kisebb a bemérés egy-egy módszernél, értelemszerűen annál finomabb előkészítést igényel. Így pl. a 2 mm-es szitán átment őrölt száraz talajmintában előfordulhat 1–1 szemcsényi kiugró szennyezés a 0,1 g bemérésnél. 5 g-nál kisebb beméréshez 1 mm-es, 1 g-nál kisebb bemérés esetén legalább 0,5 mm-es szitán kell átengedni a vizsgálandó mintát.

Bár leszögeztük, hogy a talaj genetikailag nem homogén test, az egyes talajok e tekintetben is lényegesen különböznek. Az egymáshoz közel fekvő síkvidéki, nem sérült (nem erodált) területek alapvető tulajdonságai – mint a mészállapot, humusz, kötöttség, vízgazdálkodási jellemzők, összes elemkészlet stb. – közel állóak, míg a távolabbi területek között nagyobbak az eltérések. Ez az ún. „makroheterogenitás” jelensége, mely a talajképződési folyamatok függvénye.

A szennyezett talajt különböző típusú változékonyság jellemzi, s ezek a szennyezés eredetére, múltjára vezethetők vissza. Éles különbségek léphetnek fel a mikro-környezet hatása alatt helyileg. Ilyenek lehetnek a topográfiai körülmények, ill. olyan emberi behatások, mint a trágyázás, kezelés stb. A mintavétel során figyelembe vesszük a szennyezett talaj makroheterogenitását – pl. a szennyező forrástól való távolság és a szélirány függvényében –, tehát általában a nem pontszerű szennyezések felvételezésénél. Az elmondottak főként a felszíni 0–30 cm-es talajréteg jellemzésére szolgálnak.

A mélyebb talajrétegeket (feltárt talajszelvényt, munkagödöröt) általában egyedi vagy pontmintákkal jellemezzük, vagy takarékosági okokból a mélyfűrészek anyagából átlagmintákat készítünk. Mivel szennyezett területen döntő az azonos talajmélység, a terhelést talajtérfogatra adjuk meg, gyakran nem a genetikai szintek a meghatározóak. Annál is inkább, mert pl. egy régi szemétkerakó vagy egy gyári salakkal

feltöltött gyárudvar esetében aligha beszélhetünk hagyományos értelemben „talaj”-ról. A mélyítő fúrásokat mindaddig folytatni kell, amíg a talajvizet, ill. a szennyezetlen altalajt (közeteket) el nem érjük, mely egyfajta kontrollként is szolgálhat a szennyezettség becslésénél. A talajvízből is értelemszerűen mintát kell venni. Egy-egy parcelláról legalább 3–5 mélyfúrást végzünk párhuzamosan. A feltárt talajszelvényt vagy munkagödört a megtisztított három profil falon mintázzuk alulról kezdve, legalább három eltérő mélységben. Célszerű a mélyfúrások rétegenkénti talajanyagát külön-külön elemezni.

A párhuzamos átlagmintavétel és az ismételt laborvizsgálat

A talajvizsgálatok hibaforrásainak megoszlásából következik, hogy az elemzések pontosságát és megbízhatóságát kevésbé tudjuk növelni, ha ugyanazon talajmintákat esetleg többször is megvizsgáljuk. Az ismételt laborvizsgálat csak a laboratóriumi bemérés és analízis hibáját mutathatja meg. Az sem járhat komoly előnnyel, ha a felszíni mintavétel során az átlagminta részmintáinak (leszúrások, pontminták) számát egy-egy mintavételi helyen 30 fölé emeljük. Az átlagminta szórása 30 feletti rész minta esetén már alig csökken az $s_x = \sqrt{s/n}$ képlet szerint, ahol s = az egyedi minták szórása, n = a rész minták száma (VERMEULEN, 1960; SARKADI et al., 1986; NÉMETH, 1996).

Amennyiben precízebb ítéletre törekszünk, felszíni mintavételeknél 2–3 átlagmintát kell vennünk 1 átlagminta helyett a mintavételi területről. Hasonlóképpen a mélyfúrások számát kell növelni és több mintát analizálni. A párhuzamos átlagmintavétel különösen kisebb foltok, parcellák (pl. egy gyárudvar) felvételekor indokolt. Ilyenkor ugyanis nehéz a reprezentativitás követelményeinek eleget tenni. Kevés mintát veszünk eredendően és így nehéz a mintavétel hibáját megítélni. A mintavételi egységek száma korlátozott, esetleg a kisméretű gyárudvart egy mintavételi egységként kezeljük.

Ha egy mintavevő dolgozik, célszerű a páros és páratlan fúrások anyagát külön-külön gyűjteni 1. és 2. számú átlagmintába. Helyesebb minden esetben, ha a mintázandó területen két mintavevő halad külön átlagmintákat gyűjtve, egyenletesen bejárva a területet véletlenszerű fúrásokkal. Nagyobb térséget előzetes helyszíni bejárás után homogén mintavételi egységekre bontunk (talajháló vagy raszter) és a négyzet-hálók vagy rácsok területeiről külön átlagmintákat veszünk átlós bejárással a két-két átló mentén. A mintázandó terület egészére így érvényesülni fog a cikcakkos véletlenszerű mintázás.

A mintavétel mélysége és a minta mennyisége

A talajokat lehetőleg genetikai szintenként mintázzuk és jelöljük. A művelt felső réteget a művelés mélységéig (0–20 vagy 0–30 cm), a bolygatatlan altalajt általában 30 cm-enként, illetve a genetikai szintek szerint. A vizsgálatok jellegéből, céljából adódóan azonban a mintavételi mélység változhat. Szennyezett területen (pl. gyárudvaron) gyakran több méter mélységben nem talaj a takaró réteg, hanem salak vagy iszapok, egyéb üzemi hulladék. A mélyítő fúrásokat ilyen esetben azonos szintenként (30, 50 vagy 100 cm-enként) kell végezni a talajvízszintig, ill. esetleg azt meghaladóan a szennyezés határán túl.

Amennyiben avar, szerves fedőréteg is található, a fedőréteget, a legfelső finom humuszos réteget külön mintázzuk feljegyezve vastagságát cm-ben, valamint egyéb jellemzőit (szín, állag, összetétel a felszíni megfigyelés alapján). A feltalaj mintázásakor a mintavételi mélység függhet a védendő objektumtól és a hasznosítástól. Számos talajhasználati mód lehetséges, de csak néhány esetre alapozunk. Kiindulási alap EIKMANN és KLOKE (1993) szerint a területhasznosítók egy-egy csoportja, valamint a káros anyag bekerülésének útja, mint pl. szájon át (orális), belélegzéssel (inhalatív) stb.

Gyermekjátszó: Az 1–6 éves korú gyermekek a legérzékenyebbek, akiknél döntő az orális felvétel. Mintázandó a homokozó homokja és a környező fedetlen talaj 35 cm mélységig. A gyermekjátszó füves, fás, növényekkel fedett része a „park” kategóriába esik mintavételi szempontból.

Kiskertek, házikertek: A gyermekeken túl a felnőttek is védendők, akik érintkeznek a talajjal a kerti munkák során. A gyermekek orális terhelése itt is jelentős lehet, de kisebb mint a játszótéren, ezért a határértékek nagyobb tűrést jeleznek. Amennyiben az udvar vagy a kert egy része játszótérül szolgál, természetesen a homokozóra érvényes megítélést kell követni. A mintázandó réteg az ásásnak, forgatásnak megfelelően 0–35 cm.

Sportpályák: Érintettek a sportolók és a sportesemények látogatói. Meghatározó a por belélegzésével járó terhelés. A gypes, valamint más borítással fedett pályák a „park” kategóriába sorolandók. A fedetlen területek, pályarészek mint pl. a futballkapu előtti játéktér ide tartozik. A talajmintavétel 0–10 cm-t érint.

Parkok, szabadidő területek: Döntő a felület fedettsége (növényzet, kőburkolat stb.). A fedetlen poros területen a belélegzés, a porszenyezés dominál. A mintázandó mélység füves területen és a fedetlen poros talajon egyaránt 0–10 cm. A kisgyermek, fiatalok itt is szorosabb kapcsolatban vannak a talajjal, intenzívebben mozognak, aktívan játszanak.

Ipari terület: A foglalkoztatott dolgozókat éri a terhelés a talaj és a levegő közegből. Munkavédelmi előírások, a maximálisan megengedett munkahelyi koncentrációk kritériumai érvényesíthetők. A mintázást a szennyezés teljes mélységéig el kell végezni. Külön a 0–10 cm-es réteget is mintázzuk a fedetlen területeken.

Mezőgazdasági terület: Élelmiszer és takarmány előállítására szolgál. A mintavétel mélysége eltér a művelt és a nem bolygatott rét és legelő között. A határértékek függenek a talajtulajdonságoktól és a hasznosítás módjától, ezért a pH, humusz és agyag mennyisége meghatározandó a növényanalízis adataival együtt. Rét és legelő 10 cm, művelt területek 30 cm mélységig mintázandók.

Nem agrárökoszisztémák: Erdőgazdálkodási, vízvédelmi és nem hasznosított egyéb területek tartoznak ide. Döntő itt a vizek és az ember védelme. A talajvíz védelme miatt fontos a terhelés nagyságának és a káros anyag oldhatóságának ismerete a telítetlen zónában. A határértékek részben egyeznek az agrárterületekre adottakkal, mert amennyiben általában a növény védelme megfelelő, úgy a talajvíz is kielégítően védett. Elsősorban a 0–30 cm-es felső réteget mintázzuk, szennyezés gyanúja esetén a mélyebb rétegekből is mintát veszünk egészen a talajvízig.

Megjegyezzük, hogy a növény nélküli lakó- és játszótérületen, gyárudvarokon célszerű a felszíni poros 0–2 cm-es és a 2–10 cm-es réteget, növényvel fedett lakó és játszótérületen a 0–5, ill. 5–10 cm-es réteget külön begyűjteni és elemezni. Ha fennáll a mélyebb szennyezés lehetősége, a 10–30 cm-es réteg is (a szennyezés határáig) min-

tázandó. A homokozókban átlagmintát veszünk a töltéshomokból a talajfelszínig vagy az aljbetonig. Mélyítő fúrásokra (esetleg több vagy több tíz m-ig) van szükség, amennyiben fennáll a talajvíz szennyeződésének veszélye. Hasonlóképpen szennyvízelvezetők torkolatánál, bányavidékek meddőhányóin, gyárudvarokon, árterületek üledékein és vízgyűjtőkön is minden olyan esetben, amikor állandó erős terhelés gyanítható. A mélyebb rétegek, kőzetek vizsgálata elkerülhetetlen, amennyiben az átszivárgó vízzel bevitt anyagokat kíséreljük meg nyomon követni. Az ajánlott mintavétel mélységét EIKMANN és KLOKE (1993) a hasznosítás módja és a védendő objektumok szerint csoportosítva az 1. táblázatban foglalja össze.

1. táblázat

Talajmintavétel mélysége a hasznosítás módja és a védendő objektumok szerint
(EIKMANN & KLOKE, 1993)

Hasznosítás módja	Védendő objektum	Szennyezés módja	Felszín jellege és fedettsége növényvel	Talajmintavétel mélysége
Gyermek-játszó	Gyermekek, kísérők	Szájon át (orális)	Homokozó homokja és fedetlen környéke	35 cm
Házi- és kis-kertek	Gyermekek, felnőttek	Orális és inhalatív	Ágyások és növény-szegény felületek	35 cm
Sport- és löpályák	Sportolók, fiatalok	Inhalatív	Pálya felülete és növény-szegény környéke	10 cm
Parkok, pihenőhelyek	Felnőttek, gyermekek	Inhalatív és orális	Nem fedett és növény-szegény felszín	10 cm
Ipari területek	Felnőttek, munkavállalók	Inhalatív és víz	Nem fedett és növény-szegény felszín	10 cm
Mezőgazdasági területek	Növények, tápláléklánc	Orális és növény	Szántó, zöldség és gyümölcsös területei	35 cm
Nem mezőgazd. területek	Talajvíz, növénytakaró	Orális, víz és növény	Nem hasznosított természetes felszín	Feltalaj 50 cm-ig

A minta mennyisége (tömege) a vizsgálatok számától és céljától függ. A finomra őrölt légszáraz talajmintából általában a következő mennyiségekre (g) lehet szükség (LAGA, 1990):

– Tápelemek, humusz és pH meghatározása	250
– Fizikai vizsgálatok (kötöttség, térfogatsúly, fajsúly)	500
– Szervetlen káros anyagok vizsgálata	150
– Dioxin és furán vizsgálata	500
– Klórozott szénhidrogének meghatározása	400
– PAH meghatározása	500

A minta tömegét a fúró átmérője, a leszúrás mélysége, a pontminták száma és a talaj térfogatsúlya határozza meg. A térfogatsúly 0,2–1,7 között változhat. Előbbi a tözeges szerves talajokra, utóbbi a homokos ásványi talajokra jellemző. A fent említett talajtömeg magában foglalja az archiváláshoz szükséges mennyiséget, a minta előkészítése (szárítás, őrés, szitálás), analízise során fellépő veszteségeket, valamint az ismételt vizsgálatokhoz igényelt tartalékot is. A talajtulajdonságok, valamint a káros anyagok vizsgálatához szükséges talajmennyiség általában az 1 kg-ot ritkán haladja

meg, friss mintára számítva. Szerves és kavicsos talaj esetén gyakran több mint 2 kg talajtömegre lesz szükség ahhoz, hogy elégséges finom talajrészt nyerjünk a laborvizsgálatokhoz.

Amennyiben egyéb paraméterek, szermaradványok elemzésére is sor kerülhet, úgy a minta mennyiségét értelemszerűen növelni kell. A reprezentativitás követelményeiből adódóan a felesleges talajmennyiséget csak azután szabad kidobni, ha az egész mintatömeget alaposan homogenizáltuk, tehát lehetőleg a szárítást és őrlést követően. A szabványosított hengeres fúrók, botfúrók az előírt számú leszúrással biztosítják a szükséges talajtömeget, így elkerülhető a felesleges talajtömeg mozgatása és hiba-lehetőséget magában foglaló szanálása. Ásó vagy lapát használatát még felszíni mintavételkor is tiltani kell, mert nem biztosítja az egyenletes mintavételi mélységet és kevés pont anyagából túl nagy, illetve gyakran nem reprezentatív talajmintát eredményez.

A mintavételi terület kijelölése (talajháló, matrix, raszter)

A mintavételi területek ill. parcellák határai és nagysága esetenként változhat a vizsgálat céljainak megfelelően, de általában elfogadott, hogy az maximum 1 hektár (azaz 10.000 m²) lehet szennyezett ipari vagy kommunális területen. Irányadó a védendő objektum. Amennyiben védendő az ember, a terület méretét a hasznosítás módja (mint pl. gyermekjátszó, település vagy az adott ipari létesítmény területe) és fedettsége határozza meg. Mezőgazdasági művelésnél szintén a hasznosítás alapvető, külön mintázandó pl. egy zöldséges a kertben stb. A minden esetben 2–2 átlagmintával jellemzett mintavételi egység további bontása akkor indokolt, ha különbség van a kezelésében vagy a talajtulajdonságok (pl. a pH, humusz-, mész- vagy agyagtartalom, vízgazdálkodás) mások.

A mintavétel lehetővé teszi a káros anyagok eloszlásának megismerését, amennyiben a mintavétel az előre ismert vagy feltételezett szennyező forrás és a talajtulajdonságok figyelembevételével történik. Ha nincs ilyen stabil kiinduló pontunk, úgy egy térbeli hálózt tervezünk a mintázandó területre és kijelöljük a mintavételi egységeket. Első lépésben a mintázandó térséget bejárjuk és bejelöljük az 1:10.000-es méretarányú térképre a területre eső létesítményeket (épületek, utak, kutak), valamint a szennyező forrást. Ha ásott kutakat találunk, bejelöljük a mintavétel időpontjában mért talajvízszint mélységét és – ha ismert – a talajvíz áramlásának irányát.

Mezőgazdasági területen felhasználjuk az üzemi/gazdasági térképeket, melyeken fel vannak tüntetve a táblák jelei, határai és területei, valamint a művelési ágak is. A térképlapnak kettős funkciója van. Segítségével és a helyismeretek birtokában kell megtervezni és kijelölni a mintavételi egységeket, rögzíteni rajta a mintavételek helyét, számát. Ezáltal utólag visszaazonosíthatók a vizsgálati eredmények, elhatárolhatók a foltok és ellenőrizhető az esetleges talajtisztítási beavatkozás eredményessége. Az így elkészített mintavételi térkép 1 példányát a mintákkal együtt a vizsgáló intézménybe küldjük, 1 példány a mintavevőnél marad. Amennyiben a gazdaság nem rendelkezik üzemi térképpel, beszerzendő a Megyei Földhivataloknál az 1:10.000-es kataszteri térkép. Kiegészítő jelleggel felhasználhatók még üzemi talajtérképek, meliorációs tervek, tápanyagtérképek, melyek feltüntetik az előforduló talajtípusokat és korábbi beavatkozásokat (MÉM NAK, 1979; MSz 21470-1, 1980).

Ha a vizsgálandó terület kisebb (pl. 1000 m² alatti), úgy a hálót sűrítjük, hogy legalább 5–10 mintavételi területet, ill. 10–20 átlagmintát kapjunk. Az 1000–

10.000 m² területen 20–30 m-es hálót alkalmazva 20–30 átlagmintával jellemezhetjük a szennyezést. Nagyléptékű regionális felmérésnél másképp járunk el. A mintázandó régióban reprezentatív mintavételi helyeket jelölünk ki. A minimálisan szükséges mintavételi helyek száma függ a terület heterogenitásától, a területnagyságtól és a vizsgálati léptéktől. Mivel tájanként változhat a heterogenitás nem-pontszerű diffúz terhelésnél is, több kiegészítő mintavételi területet kell kijelölni. Ez a minimális mintavétel számát jelenti. Az analíziseket és a kiértékelést követően egyedi esetekben további mintavételre lehet szükség. Példaképpen bemutatjuk a Kieleti Egyetem Földrajzi Intézete által javasolt mintavételi sűrűséget a vizsgált terület és lépték függvényében (LAGA, 1990):

Lépték méretaránya	Vizsgált terület nagysága km ² -ben		
	100	1000	10.000
1 : 25.000	20	200	2000
1 : 50.000	10	100	1000
1 : 500.000	1	10	100

Párhuzamos átlagminta javasolt 10 m sugarú körben

Az említett sűrűségű, regionális vagy országos áttekintést segítő mintázás a Geográfiai Információs Rendszer (GIS) számára nyújt adatokat és a nemzetközi összehasonlítás alapjául szolgálhat. A német–oros, valamint a német–magyar talajvédelmi együttműködés keretében hasonló felvételezésekre került sor, melyek elsősorban a regionális háttérszennyezettség megállapítását célozták. A hálórendszer, a raszter felépítése megfelelő méretarányú, kellő minőségű átnézetes térkép segítségével történik. A raszter eredet, az első mintavételi hely, a vizsgálandó régió területén húzható leg-hosszabb egyenes középpontja. A hálót az egyenes mentén fokozatosan kell kialakítani a földrajzi szélességgel párhuzamosan.

Mindenféle mintavételnél figyelembe vesszük a terület lejtési viszonyait. Az erózió következtében a lejtő felső, középső és alsó szakasza eltérő minőséget/szennyezettséget jelenthet. A mintavételi egységeket úgy kell kijelölni, hogy egy-egy parcella a lejtő azonos szakaszára kerüljön a különböző lejtőszakaszok önálló értékelhetősége érdekében. A 10 %-nál nagyobb lejtőkön a hálót a lejtőre keresztbe húzzuk. Talajszelvény ill. mélyfúrás esetén külön-külön mintázzuk a lejtő felső, középső és alsó részét. A lejtő hordalékos alján talajvíz-mintavételre is törekedni kell. A mintavétel minden esetben párhuzamos átlagmintavételt jelent.

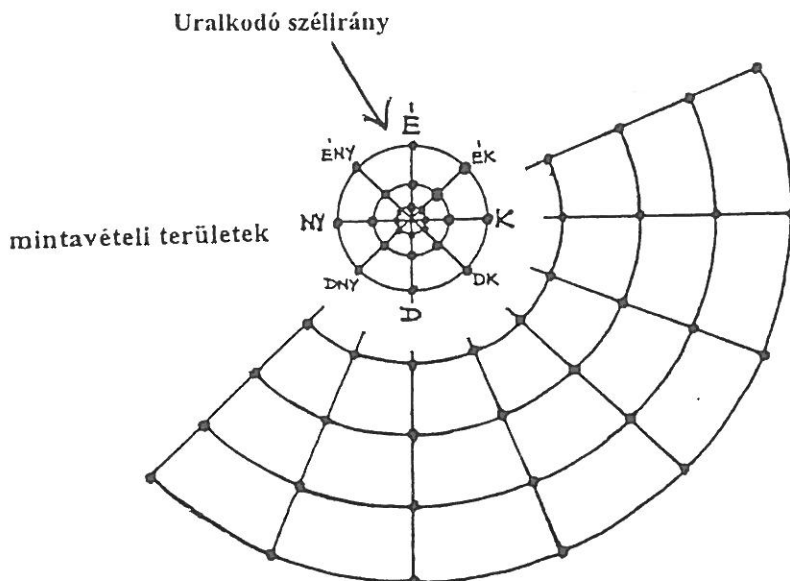
Megemlítjük, hogy hazánkban létrejött a Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer (TIM), amely országos mérőhálózat és 1236 pontot foglal magában. A mérőhelyeket természetföldrajzi egységek reprezentatív területein jelölték ki, így jellemezhetik az ország talajviszonyait. A TIM pontok érintik azokat a termőhelyeket, ahol szabadföldi tartamkísérletek vannak, korábbi vizsgálatok és talajtani céltérképek készültek, ill. egyéb vizsgálatok folytak vagy folynak (meteorológiai állomás, talajvíz-szint-észlelő kút, földtani mélyfúrás, hidrológiai megfigyelő állomás). Ilyen módon a mérési pontokon nyert adatok részben kapcsolhatók múltbani adatsorokhoz és egyéb vizsgálatok eredményeihez (TIM, 1995). A talajállapot változásának nyomon követését, mely a TIM program egyik célja lenne, sajnos megnehezíti az a körülmény, hogy a kijelölt mintavételi területeken sem a párhuzamos átlagmintavétel szabályainak megfelelő valóban reprezentatív talajmintavételre, sem pedig az egyidejű növény-mintavételre nem kerül sor.

Mintavétel pontszerű szennyező forrás környezetében

Pontszerű szennyező környezetében a szennyező forrást középpontnak véve, a mintavételt koncentrikus körök mentén végezzük a fő- és mellékégtájaknak megfelelően. A középpontot, a szennyező forrást 1:10.000 léptékű térképre rajzoljuk be. A térképen feltüntetjük a létesítményeket (pl. házak, utak, kutak stb.), felszíni vizeket. A bejárás alkalmával bejelöljük az ásott kutakban mért vízszintet, a talajvízszint mélységét és ha ismert, a talajvíz áramlásának irányát.

A térképvázlaton 0,2, 0,5 és 1,0 km sugarú köröket, valamint az uralkodó szélirányban 2, 3, 4, 5 km sugarú legalább 120°-os köríveket rajzolunk. A teljeskörök mentén, az összes fő- és mellékégtájnak megfelelő sugarak metszéspontjában kijelöljük a mintavételi helyeket. A 2, 3, 4 és 5 km sugarú köríveken szélirányban, szintén a fő- és mellékégtájaknak megfelelő sugarú metszéspontokon, továbbá azok felezőpontjában is 22,5°-onként mintavételre kerül sor az 1. ábrán feltüntetettek szerint (MSz 21470-1, 1980; MSz 21470-1, 1998).

Az egyes mintavételi helyeket a körív sorszámaival és az égtáj megjelölésével kódoljuk. A talajt minden egyes helyen 20x20 m-es mintaterekről vett átlagmintákkal (2–2 db) jellemezzük a 400 m² háló átlói mentén. A felszíni mintákat a 0–25 cm-es talajrétegből vesszük, az átlagminták tömege minimum 1 kg legyen. Amennyiben a terület mikrobiológiai szennyezettségét is vizsgáljuk, úgy külön mintavételre kerül sor. A szennyező forrás körül a vizsgálatot olyan távolságig kell végezni, amelyen túl a vizsgált szennyezők (az adott meghatározási módszer hibáját figyelembe véve) a távolsággal már nem csökkennek. Amennyiben felmerül a mélyebb szennyezés gyanúja, a 20–20 m-es háló sarkain és átlói metszéspontjában (összesen 5 db) mélyfúrást vég-



1. ábra

Pontszerű emissziós terület mintázása (MSz 21470-1, 1980)

zünk mintaterenként, ill. az átlók metszéspontjaiban 1–1 talajszelvényt tárunk fel. Ebben az esetben a szélirány nem befolyásolja a mintavételt, célunk pedig nemcsak a horizontális terjedés megismerése, hanem a vertikális eloszlás vizsgálata is.

Az előbbi esetben a szennyező forrás (pl. egy gyárkémény) emisszióját, kibocsátását mérjük tartós szennyezés esetén a talaj felszínén. A pillanatnyi emissziót a levegőben mérhetjük. Amennyiben a szennyező forrás a talajban található, hatását hasonló mintavétellel követhetjük nyomon. A helyszíni bejárás nyomán a térképen bejelöljük a szennyező forrást, 1 km távolságig feltüntetjük a házakat, utakat, létesítményeket, kutakat és a felszíni vizeket. Feljegyezzük az ásott kutak észlelt vízszintjét és, ha ismert, a talajvíz áramlásának irányát. Fontos lehet a maximális és minimális talajvízszint ismerete a szennyezett területen. A szennyező forrást középpontnak véve a térképre 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000 stb. méter sugarú köröket rajzolunk a fő- és mellékégtájaknak megfelelően, ill. a sugarak metszéspontjaiban kijelöljük a mintavételi helyeket (KÁDÁR, 1998).

A mintavételi pontokat azonosítási számmal látjuk el a fentebb említett módon, a mintákat fűrőberendezéssel vesszük a talajvízig terjedő rétegből. Ügyelni kell arra, hogy a furat faláról talaj ne hulljon vissza. Mivel a mélyfúrásnál használt mintavevő átmérője nagyobb és a kiemelt talajtömeg jelentős, elégséges a 0–20, 50–70, 100–120, 150–170 stb. cm mélységből származó talajt begyűjteni a 20–20 m-es négyzet sarkain és átlói keresztezésében. A mikrobiológiai szennyezettség vizsgálatához rétegenként külön mintát kell venni. A *szennyező forrás* (pl. szikkasztó berendezés) körül olyan távolságig terjedjen a mintázás, amelyen túl a vizsgált jellemzők az adott módszer meghatározási hibáját figyelembe véve már nem változnak.

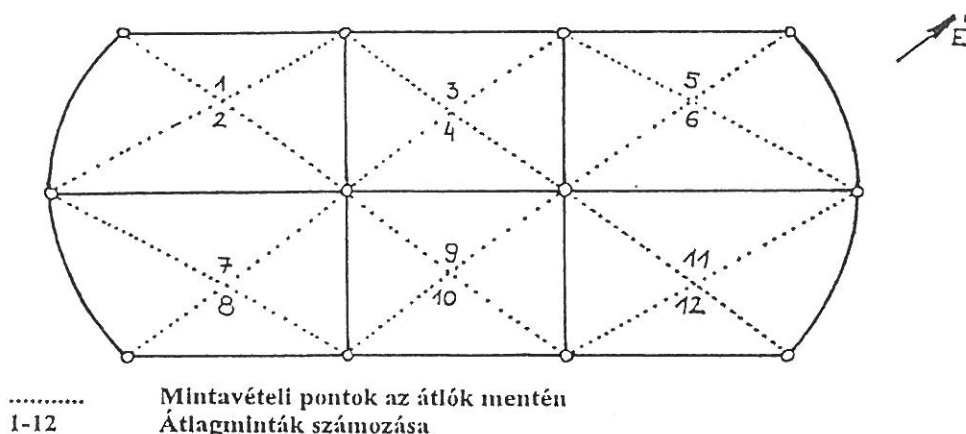
Mintavétel sávosan szennyezett területen

Autópályák, utak, vasutak, csatornák mentén a mintavétel követi a lineáris szennyező forrás helyzetét. A mintavételi háló téglalap alakú, nyújtott, a hálópontok a szennyező forrástól 5, 10, 20, 50, 100 stb. m távolságban helyezkedhetnek el a szennyezés jellegétől függően. A hálók ill. mintavételi területek átlói mentén vesszük meg véletlenszerű leszúrással a 2–2 átlagmintát a felszínen, ill. szükség szerint a háló sarok és átlójának metszéspontjaiban 5–5 mélyfúrásra kerülhet sor, melyek anyagát részben átlagmintákká egyesíthetünk vagy külön analizálunk.

Az egyéb kisméretű terület mintázása

Egyéb kisebb méretű területek (régii személtlerakóhely, gyárudvar, futballpálya stb.) mintázása során is érvényesülnek ugyanazon alapelvek, melyeket korábban már megfogalmaztunk. A mintázandó területet először bejárjuk és kijelöljük a mintavételi egységeket, megrajzoljuk vázlaton a talajhálót. Minimum 4–6 mintavételi egységet célszerű a helyi viszonyoknak megfelelően képezni, így 8–12 átlagmintát nyerünk. Az átlagmintákat a négyyszögek átlói mentén haladva, jobbra és balra 20–20 leszúrással kapjuk felszíni mintázásnál. Mélyebb szennyezés gyanúja esetén a négyyszögek sarkain és az átlók metszéspontjain végezhetünk mélyfúrásokat, talajszelvény feltárását. Egy futballpálya felszínének talajhálót a 2. ábra szemlélteti (KÁDÁR, 1998).

A kiszállás, helyszíni bejárás és mintázás költségei nem takaríthatók meg. Nem sokat nyerhetünk, ha kevesebb mintát veszünk, viszont elveszítjük az alapos feltárás lehetőségét és esetleg újabb mintavételre kényszerülünk utólag. A sokoldalú analízis



2. ábra
Javaslat egy futballpálya felszínének mintavételére

költségei nagyságrendekkel nagyobbak lehetnek a mintavételi kiadásoknál, ezért először célszerűen a minimálisan szükséges vizsgálatokra szorítkozunk (alapvizsgálatok + a feltételezett szennyezők elemzése). Mélyfúrásoknál tájékozódó jelleggel csak 1–1 fúrás anyagát vizsgáljuk az 5–5 mintavételi pontból, tehát 1 ismételtsben mintaterenként (esetleg átlagmintát keverünk az előkészített fúrások anyagából beméréshez). Amennyiben elégtelennek bizonyulnak a kapott eredmények a megbízható ítélet meghozatalához, úgy pótlólag elvégezhetők az elemzések újabb mintákon és más szennyezőkre.

Felmerül a kérdés, mekkora az a minimális terület, amelyet még mintázni érdemes? A mintavétel és az analízis költségei a talajkitermelés kiadásaihoz viszonyulnak. Amennyiben a szennyezett talaj térfogata az 50–100 m³-t meghaladja, talajvizsgálatokra kerülhet sor. Az ennél kisebb szennyezett foltok (melyek okozói a közúti balesetek, havária, szétszóródó anyagok) esetében a szennyező anyagot össze kell gyűjteni és a szennyezett talajt meg kell tisztítani a helyszínen (in situ) vagy hulladékként elszállítva a lerakóhelyen. Ilyenkor általában azonnali beavatkozás szükséges és a kár- okozó ill. a felelősség is megállapítható.

Mezőgazdasági táblák, nem pontszerűen (diffúz) szennyezett területek mintázása

Nagyterjedésű területek, mezőgazdasági táblák általános talajszennyezettségének jellemzése a felszínen átlagmintákkal, valamint szelvénymintákkal történik. Mintavétel előtt a területet bejárjuk, 1:10.000-es léptékű térképen megjelölve az ott található létesítményeket. A vizsgálandó területet maximum 6 ha-os mintavételi parcellákra osztjuk és meghúzzuk a parcellák két átlóját. Az átlók mentén minimum 20–20 pontból részmintát veszünk a 0–20 cm-es rétegből, tehát 2–2 átlagmintát gyűjtünk mintavételi egységenként. A szelvényminták helyét lehetőleg a parcellák sarkain és az átlók metszéspontjain, reprezentatív helyén jelöljük ki és helyét a térképleapon feltüntetjük.

A talajszelvényt jellemezni hivatott fúrásokat talajfúró berendezéssel, kanálfúró-fejjel a 0–20, 50–70, 100–120, 150–170 stb. cm-es mélységből vesszük lehetőleg a talajvízig, de homoktalajnál minimum 3 m, egyéb talajon 2 m mélységig. A minták legkisebb tömege 0,5 kg, melyeket külön polietilén tasakba teszünk és furatszámmal ill. rétegjellel (mintavételi mélység) látunk el. A mintavételről jegyzőkönyvet veszünk fel, mely tartalmazza a mintavétel helyét, idejét, a mintavevő nevét, a használt térkép megnevezését és léptékét, a begyűjtött átlagminták számát, a furatok számát és a mélyfúrásból származó minták számát, a talajvíz mélységét. A szelvények mikrobiológiai szennyezettségének vizsgálatához rétegenként külön mintát veszünk.

Amint korábban utaltunk rá, a mezőgazdasági táblák kijelölésénél és mintázásánál az üzemi, talajtani, meliorációs, táblatorzskönyvi térképek és adatok elengedhetetlenek. Elvégzendő a növények analízise is, amely külön mintavételt igényel. A talaj szántott rétegének mintázására a standard botfúró szolgál, mely 20–25 leszúrásból kb. 1 kg mintát gyűjt. A bolygatatlan rét–legelőn a 10 cm-es mintavételi mélység szükségesé teszi a 25–30 leszúrást, hogy a kb. 1 kg átlagminta tömegét megkapjuk. Réteges mintavételnél is használható ez a fúrotípus, amennyiben a talaj állapota lehetővé teszi, hogy 3 részletben (kiemeléssel) 60 cm-ig lehatoljunk keveredésmentesen (beomlásmentesen). A fúrot csak függőleges mozgással szabad lenyomni az azonos mintavételi mélység érdekében.

A mélyebb mintázásra 60 cm mélységig külön rétegfúró is szolgálhat. A fúróhoz tartozó mintavevő kanállal annyi minta vehető ki a fúró felvágott oldalából, hogy a minimális 20 leszúrásból összegyűlik kb. 1 kg talajminta. Ilyen fúrokat használnak az álló kultúrák (szőlő-, gyümölcs-, bogyós kultúrák) és a cukorrépatáblák mintázásához, amennyiben a talajvizsgálatra alapozott szaktanácsadás igényli a 0–20, 20–40 és 40–60 cm-es rétegek tápanyagállapotának ismeretét is. A standard és a rétegfúró beszerezhető a Növényegészségügyi és Talajvédelmi Állomások segítségével. Gépi rétegfúrók különböző válfajai szintén alkalmazhatók.

Mintavételi szempontok a talaj mikrobiológiai vizsgálatához

Felszíni mintázás esetén a hálókijelölt pontjain, ahol a szelvényfúró-pontokat is kijelöljük, a talajfelszínt megtisztítjuk és steril kanállal 0–5 cm mélységből 100 g talajmintát gyűjtünk steril porüvegbe. Ezt követően ugyanezen a ponton 20 cm mély, 30x30 cm kerületű gödröt ásunk. A gödör falából 15–20 cm mélyen újra 100 g talajt veszünk steril kanállal és egy újabb steril üvegbe helyezjük. A mintákat mintavételi területenként (hálónként) legalább három ismételtsébe vesszük és hűtőtáskában a laboratóriumba szállítjuk, ahol a feldolgozásig +4 °C-on tároljuk. A feldolgozást lehetőleg 24, legkésőbb 48 órán belül el kell végezni (FRÄNZLE, 1994; ALTLASTEN, 1989).

Szelvények rétegenkénti mintázásánál rétegfúrot használunk. A fúrófejben felhózt talajminta felső vékony rétegét steril késsel levágjuk és az előre előkészített polietilén zacskóba tesszük. A megmaradt talajfelületről steril kanállal 100 g mintát veszünk és steril üvegbe helyezjük. A mintákat a fent leírtak szerint szállítjuk és tároljuk. Amennyiben feltárt szelvényt mintázunk ügyelni kell arra, hogy a mintát a genetikai szint legjellemzőbb részéből vegyük, ill. a nem jellemző részek (pl. állatjáratok, krotovinák, elűtő talajfoltok) ne kerüljenek a mintába.

Speciális óvórendszabályok lehetnek szükségesek a szerves szennyezőket tartalmazó minták kezelésénél (LAGA, 1990):

1. A mintavételi eszközt minden talajminta után acetonnal meg kell tisztítani;
2. A mintákat jól záródó, lehetőleg henger alakú üvegbe helyezzük. Az üvegnek ne legyen műanyag zárócupakja vagy gumi szigetelése. Újrahasznosításuk mosást, majd 0,1 M salétromsavas és tiszta acetonnal öblítést igényel 110 °C-on történő szárítószekrényes szárítással bezáróan.
3. Szállítás közben a mintákat fénytől és hőtől védeni kell. Kölcsönös szennyeződésük az üvegek tökéletes zárásával küszöbölhető ki. Sötét helyen 5–15 °C-on lehetőleg rövid ideig tárolandók.
4. Az előkészítés szervesetlen paraméterekre és az alaptulajdonságok meghatározására szárítást, darálást, 2 mm-es szitán való áteresztést jelent. Mintegy 50 ml reprezentatív mintamennyiséget 100 µm-nél kisebb szemcse nagyságra őrlnek achát vagy izzított korundbetétes malmokban.
5. Szerves szennyezőknél ismeretlen mértékű elillanás, átalakulás léphet fel az őrlés és szárítás alatt, ezért a meghatározásokat friss szitált mintákból végzik. A nedvességtartalmat külön határozzák meg és az adatokat száraz súlyra adják meg. A módszertani fejlesztés-kutatás folytatódik.

Mintavételhez szükséges eszközök, a minták szállítása és tárolása

Első feltétel a megfelelő léptékű és minőségű térképek beszerzése, helyszíni térképvázlat készítése, amennyiben szükséges. A mintavételhez úgyszintén szükséges mindennemű, a szennyezett területre vonatkozó információ, adat. A mintavétel sűrűsége, a talajháló e nélkül nem tervezhető meg célszerűen és gazdaságosan. A mintavétel technikai eszközei az alábbiak: szabványosított standard fűrók és rétegfűrók, kézi és gépi mintavevők, polietilén zacskók és zsákok, vedrek, tájolók. A mikrobiológiai vizsgálatokhoz külön alufóliába csomagolt és hővel sterilizált kések és spatulák vagy fémkanalak, sterilizált 200 g-os csiszolt dugós porüvegek és hűtőtáska is szükséges. Minden mikrobiológiai mintához külön eszköz használandó (ISO/CD 10381-1, 1992).

A mintavevő eszközt minden használat előtt meg kell tisztítani. A fűrók talajjal érintkező részének olyan anyagból kell lennie, amely a mintát nem szennyezi. E célra megfelelők a kemény acélfűrók. Szerves anyagok vizsgálatánál lakkozott, olajozott, impregnált és műanyag szerszámot nem szabad használni. Az avar, szervesanyag-takaró mintázása egy minimum 0,1 m² alapterületű fémkeret beszúrásával, a takaróanyag vastagságának mérésével és kiszedésével történik legalább 5 ismétlésben mintavételi egységenként. Ez a szervesanyag-takaró polietilén zacskókba gyűjthető (ISO/CD 10381-2, 1994).

Amennyiben veszélyes szerves szennyezők fordulnak elő, a mintákat barna porüvegben, ill. alumínium vagy nemesacél edényben szállítsuk. Dioxin esetén polietilén zacskó is megfelelő. Könnyen párolgó mintákat szorosan záródó edényekben gyűjtünk és az edényeket színtől megtöltjük. Tápelemek, nehézfémek és arzén elemzésénél általában műanyag (fémmentes) edényeket használunk. A szerves Hg-vegyületek talajmintáit az illékony szerves vegyületekre vonatkozó szabályok szerint kezeljük. A minták hűtve szállítandók és a mintavételt követő 12 órán belül azokat analizálni vagy konzerválni szükséges. Egyéb talajparaméterek vizsgálatánál a talajok 40–60 °C-on történő szárítást követően eltarthatók (DOMINIK & PAETZ, 1994; BSI, 1988).

A tárolással szembeni igény, hogy a mintában ne következzenek be olyan változások, amelyek a vizsgált tulajdonságok megváltozását eredményezhetnék. Szennyezés-

mentes, tiszta, jól szellőzőt, hűvös és sötét helyiségben tárolhatók a talajok légszáraz állapotban. A száraz talajban a biológiai folyamatok szünetelnek. A szennyezésen túl legfőbb veszély a benedvesedés, mely egyfajta érlelést, átalakulást eredményezhet (penészedés, gombásodás, algásodás, kémiai átalakulás). A rosszul tárolt minta hamis eredményeket szolgáltathat és a hibák utólagos korrigálása már megoldhatatlan. A mintákat meg kell őrizni, archiválni kell, hogy utólagos vizsgálatok végzését lehetővé tegyük.

A talajmintavétel tartozékai még a mintazacskón kívül a mintaazonosító jegy és a védőtasak, melyek a minták szennyezésmentes, vízálló és egyértelműen leolvasható jeleit tartalmazzák. Feltétlenül szerepelnie kell a következő adatoknak: a mintavétel helye, dátuma, száma a mintavételi térképlap szerint; mintavétel mélysége és jellege (átlagminta, pontfúrás anyaga), valamint a mintavevő neve és címe. A műanyag zacskó vagy az üveg (szerves szennyező esetén) falára írt jelek nem elégségesek. Míg kettős biztonsággal dolgozunk, a külső jelek vagy feliratok sérülhetnek vagy olvashatalanná válhatnak.

Külön mintaazonosító jegyet alkalmazunk, melyet értelemszerűen kitöltve a poli- etilén védőtasakba helyezünk és a mintazacskóba tesszük. A mintaazonosító jegy védett a nedvességtől és a sérülésektől. A mintazacskót, azonosító jegyet és a védőtasakot egységes méretekben készítik és beszerzéséről az illetékes NTÁ vagy Talajfelügyelőség gondoskodik. Miután a mintázandó területet bejártuk, a mintavételt megterveztük, a hálót felépítettük, a mintaazonosító jegyeket előre kitöltve és védőtasakba rakva sorba helyezzük a mintavételi tervnek (útiránynak) megfelelően. A mintaazonosító jegy anyaga karton, mérete általában 8x4 cm; a védőtasak 12x4,5 cm méretű poli- etilén zacskó.

A mintavételt irányító szakembernek a helyszínen kell jól láthatóan kijelölni a parcellák sarokpontjait. Erre a célra felhasználhatók a helyszín tereptárgyai, vagy karókat és zászlókat kell használni. A 2 m-es piros-fehér jelzőkarók hasznos segéd- eszközök. A mintavevők a parcellák átlói mentén meghatározott számú lépés után ve- szik a pontmintákat felszíni mintázásnál vödörbe vagy közvetlenül a mintazacskóba, amit az irányító szakember a helyszínen ellenőriz. Az átlag- vagy mélyfúrások mintáit zsákokba gyűjtjük és mintavételi kísérőbárcával látjuk el, mely tartalmazza az alábbi adatokat: mintavétel ideje és helye; a zsákban levő minták számozása ...-tól ...-ig; a minták darabszáma.

A mintázott terület egészéről mintavételi összesítő készül, mely minden kísérő- bárca adatát összesíti. Végül a mintavételi jegyzőkönyvet kell megemlíteni, mely a fenti adatokon kívül részletesen ismerteti a mintavétel körülményeit (növénytakaró, terepi viszonyok, alkalmazott mintavételi eljárások leírása stb.). A mintákkal együtt a mintavételi összesítőt és a jegyzőkönyv 1–1 példányát is a vizsgáló laboratóriumba kell küldeni.

Veszélyforrások megítélése szennyezett területek vizsgálatakor

A veszély kockázata valamennyi hétköznapi tevékenységünk során fennáll. Ez a kockázat megnő ismeretlen területen, pl. a fizikai sérülés olyan talajon, ahol egye- netlenségek, gödrök, beomlásveszély stb. előfordulhat. A kockázat tovább nő olyan szennyezett területen, ahol egészségre ártalmas anyagok lehetnek. Gépi műveletek végzése (mintavétel, fúrás, gödörásás) úgyszintén veszélyforrást jelent. Meg kell tehát határozni az előzetes információk és a helyszíni bejárás során a lehetséges veszély-

forrásokat, valamint a szükséges óvintézkedéseket. Egyúttal ki kell választani a minimális kockázattal járó munkavégzési eljárásokat (ISO/CD 10381-3, 1992).

Mezőgazdasági területen nagyobb mennyiségben műtrágyákat, gyomirtókat (herbicidek), rovarirtókat (pesticidek) használnak, melyek túladagoláskor vagy a gép elakadásakor helyenként felhalmozódhatnak. Mocsaras, tőzeges területek mintázásakor, szennyvízzel (iszappal) a patogén baktériumok és vírusok mennyisége is megnőhet. Patkányok elszennyezhetik a folyó- és állóvizeket, a mintavevő személy az ilyen vízzel érintkezve megbetegedhet (Leptospirosis). Nukleáris hulladék vagy hibás nukleáris berendezés közelsége sugárveszélyt okozhat. Topográfiai egyenetlenségek, árkok, gödrök, vizenyős területek növelik a baleseti kockázatot különösen ott, ahol a talajfelszín magasabb növénytakaró fedi. A gépek mozgatása ilyen felszínen további veszélyforrás lehet (ISO/CD 10381-4, 1994).

Az ipari terület korábbi hasznosítása utalhat a lehetséges veszélyforrásokra (vegyszer, gáz, fertőző mikroorganizmusok, rágszálók, nukleáris hulladék, topográfiai egyenetlenségek). Külön kockázattal számolhatunk olyan területeken, ahol vegyszereket állítottak elő. A kémiai ipar üzemében és környékén például mérgező gázok fordulhatnak elő, melyek a feltárt gödrökből felszabadulva a gépkezelők számára veszélyt jelentenek, s különösen a zárt gépkezelői fülkében ülőkre, mert ott felhalmozódhatnak, amennyiben az atmoszférikus hígítás nem következik be (H_2S , hidrogén-cianid stb.). Személtárolóhelyeken a termelődő metán robbanásveszélyt okozhat, melyet a nyílt gödrök vagy furatok készítésénél keletkező szikra válthat ki (ISO/CD 10381-5, 1993).

Vághidak, hullakamrák, bőrfeldolgozó üzemek, gyógyszergyárak a talajt bakteriálisan szennyezhetik. Külön veszélyt jelenthetnek a tönkrement és részben talajfelszín alatt maradt acél-, beton-, üvegszerkezetek és építmények maradványai. Az ilyen területen nő a fizikai sérülés veszélye, a mechanikus talajfűrők könnyebben elakadnak, törnek. A mélyásó kotrógép szilárd akadályokba ütközhet, a szétrepülő törmelékek, szilánkok sebesülést okozhatnak az akadály áttörésekor.

Nedves, talajvízhez közeli rétegben a szennyezett talaj(víz) szétfröccsenhet, szembe kerülhet. A gépi munkák során megnő a közművek rongálódásának veszélye (víz-, gáz-, elektromos vezetékek) városi körzetekben. Nem ritkán a háborús eseményekből visszamaradt aknák, bombák, robbanószervezetek lehetnek a talajban. A gépkezelőket, mintavevőket számos veszély fenyegeti, munkájukat ennek megfelelő gondossággal kell végezni.

Geológiai vizsgálatoknál (barlangok, régi bányák, vájatok feltárásánál) elővigyázatosságot igényel a zárt terek alacsonyabb oxigéntartalma, az esetleges metán-, széndioxid- és H_2S -gázok felhalmozódása. Fennáll a természetes radioaktivitás veszélye, mely eredhet gáztól (radon) vagy kőzettől (gránit). Külön veszélyt jelenthet a beomlás, a rosszul rögzített tartószerkezet, a fizikai sérülés kockázatát növelő topográfiai környezet, mely a mentést is nehezíti. A munkákhoz tapasztalt szakmérnök jelenléte szükséges.

A szabványosítás és a harmonizálás követelménye

A környezetvédelmi vizsgálatok egyik általános problémája a nem egységes módszertan. Így az adatok, vizsgálati eredmények nem hasonlíthatók össze, nem értelmezhetők egységesen még egy országon belül sem. Szükséges a módszerek, eljárások

szabványosítása, valamint harmonizálása (azonos módszer alkalmazása). Az elmondottak vonatkoznak a tágabban vett vizsgálat egészének folyamatára:

- Mintavétel tervezése (előzetes információk alapján a talajháló felépítése, mintavételi helyek kijelölése);
- Mintavétel technikája (eszközök, átlagminta képzése, minta mennyisége vagy térfogata, mintavétel mélysége, szelvényfeltárás módja stb.);
- Minták szállítása, tárolása és laboratóriumi előkészítése analízisre (szárítás, szitálás, őrlés stb.);
- Káros anyag meghatározása (kioldás, mérés, adatok értékelése);
- A vizsgálati szakaszok átfogó minőségellenőrzése az egyes lépéseknél ejtett hibák becslésére és figyelembevételére;
- A vizsgálati szakaszokban betartandó biztonsági és balesetvédelmi előírások.

A szabványosításra hazánkban nem áll rendelkezésre elegendő tapasztalat, egyébként is célszerű a nemzetközi szabványok átvétele, azokkal való harmonizáció. A megfelelő ISO-szabványok vagy azok tervezetei ma már rendelkezésünkre állnak, adaptációjuk megkezdődött. Jelen útmutató csak ideiglenes jelleggel adhat általánosabb irányelveket, alapelveket fogalmazhat meg, de nem pótolhatja a részletes szabványi előírásokat. Még a szabványosított eljárásoknál is követelmény azonban, hogy a végrehajtást megfelelően kvalifikált, tapasztalt szakemberek végezzék és irányítsák.

Irodalom

- ALTLASTEN, 1989. Materialien zur Ermittlung und Sanierung von Altlasten. Band 2. Landesamt für Wasser und Abfall. NRW. Düsseldorf.
- BSI, 1988. Code of Practice for the Identification of Potentially Contaminated Land and its Investigation. BSI No. 48. London, England.
- CLINE, M. G., 1944. Principles of soil sampling. *Soil Sci.* 58. 275–288.
- DOMINIK, P. & PAETZ, A., 1994. Methodenbuch Bodenschutz. UBA. Berlin.
- EIKMANN, TH. & KLOKE, A., 1993. Nutzungsmöglichkeiten und Sanierung belasteter Böden. 2. Überarbeitete und erweiterte Auflage. VDLUFA Schriftenreihe 34. VDLUFA Verlag. Darmstadt.
- FRÄNZLE, O., 1994. Handlungsanleitung für Schadstoffuntersuchungen in Böden. Umweltbundesamt. Berlin.
- HAUSER, M. L., 1973. Guide to the Calibration of Soil Tests for Fertilizer Recommendation. *FAO Soils Bulletin*. No. 18. FAO. Rome.
- ISO/CD 10381-1, 1992. Soil Quality – Sampling – Part 1: Guidance on the Design of Sampling Programmes. Committee Draft. ISO
- ISO/CD 10381-2, 1994. Soil Quality – Sampling – Part 2: Guidance on Sampling Techniques. Committee Draft. ISO
- ISO/CD 10381-3, 1992. Soil Quality – Sampling – Part 3: Guidance on Safety. Committee Draft. ISO
- ISO/CD 10381-4, 1994. Soil Quality – Sampling – Part 4: Guidance on the Procedure for the Investigation of Natural, Near-natural and Cultivated Sites. Committee Draft. ISO
- ISO/CD 10381-5, 1993. Soil Quality – Sampling – Part 5: Guidance on the Procedure for the Investigation of Urban and Industrial Sites on Soil Contamination. Committee Draft. ISO
- JACKSON, M. L., 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J.
- KÁDÁR I., 1986. A tápanyagvizsgálatokat célzó talajmintavétel problémái hazánkban. *Agrokémia és Talajtan*. 35. 405–414.
- KÁDÁR I., 1992. A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA TAKI. Budapest.

- KÁDÁR I., 1998. A szennyezett talajok vizsgálatáról. Kármentesítési kézikönyv 2. Környezetvédelmi Minisztérium. Budapest.
- LAGA, 1990. Erfassung, Gefahrenbeurteilung und Sanierung von Altlasten. Informationsschrift LAGA Arbeitsgruppe. Länderarbeits-gemeinschaft Abfall. Bonn.
- MÉM NAK, 1979. Talajmintavételi módszer a talajtápanyagtartalom vizsgálatához. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest.
- MSz 21470-1, 1980. Környezetvédelmi talajvizsgálatok. Mintavétel. Magyar Szabványügyi Hivatal. Országos Szabvány.
- MSz 21470-1, 1998. Környezetvédelmi talajvizsgálat. Mintavétel. Magyar Szabványügyi Testület. Országos Szabvány.
- NÉMETH T., 1996. Talajaink szervesanyag-tartalma és nitrogénforgalma. MTA TAKI. Budapest.
- PECK, T. R. & MELSTED, S. W., 1973. Field sampling for soils testing. In: Soil Testing and Plant Analysis. (Eds.: WALSH, L.M. & BEATON, J. D.) 67–75. SSSA Publ. Madison, Wisc.
- SARKADI J., 1975. A műtrágyaigény becslésének módszerei. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- SARKADI J., 1986. Az AL-oldható foszfor és kálium meghatározásának pontossága, illetve megbízhatósága. Agrokémia és Talajtan. 35. 249–254.
- SARKADI J., NÉMETH T. & KÁDÁR I., 1986. A talaj könnyen oldható tápanyagtartalmának heterogenitása. Agrokémia és Talajtan. 35. 295–306.
- SMITH, A. M., 1959. Soil Analysis and Fertilizer Recommendation. Proc. Fert. Soc. No. 57. Nat. Fert. Soc. London.
- TM, 1995. Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer. I. kötet. Módszertan. FM Növényvédelmi és Agrokémiai Főosztály. Budapest.
- VERMEULEN, F. H. B., 1960. Fehlerquellen bei der Bodenuntersuchung. Landw. Forsch. Sonderheft. 14. 80–83.

Érkezett: 1999. szeptember 29.

KÁDÁR IMRE

MTA Talajtani és Agrokémiai
Kutatóintézet, Budapest